

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-334712

(43)Date of publication of application : 22.11.2002

(51)Int.Cl.

H01M 8/04  
 B60L 11/18  
 H01M 8/00  
 H02J 7/00  
 H02J 7/34  
 // H01M 8/10

(21)Application number : 2001-139248

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 09.05.2001

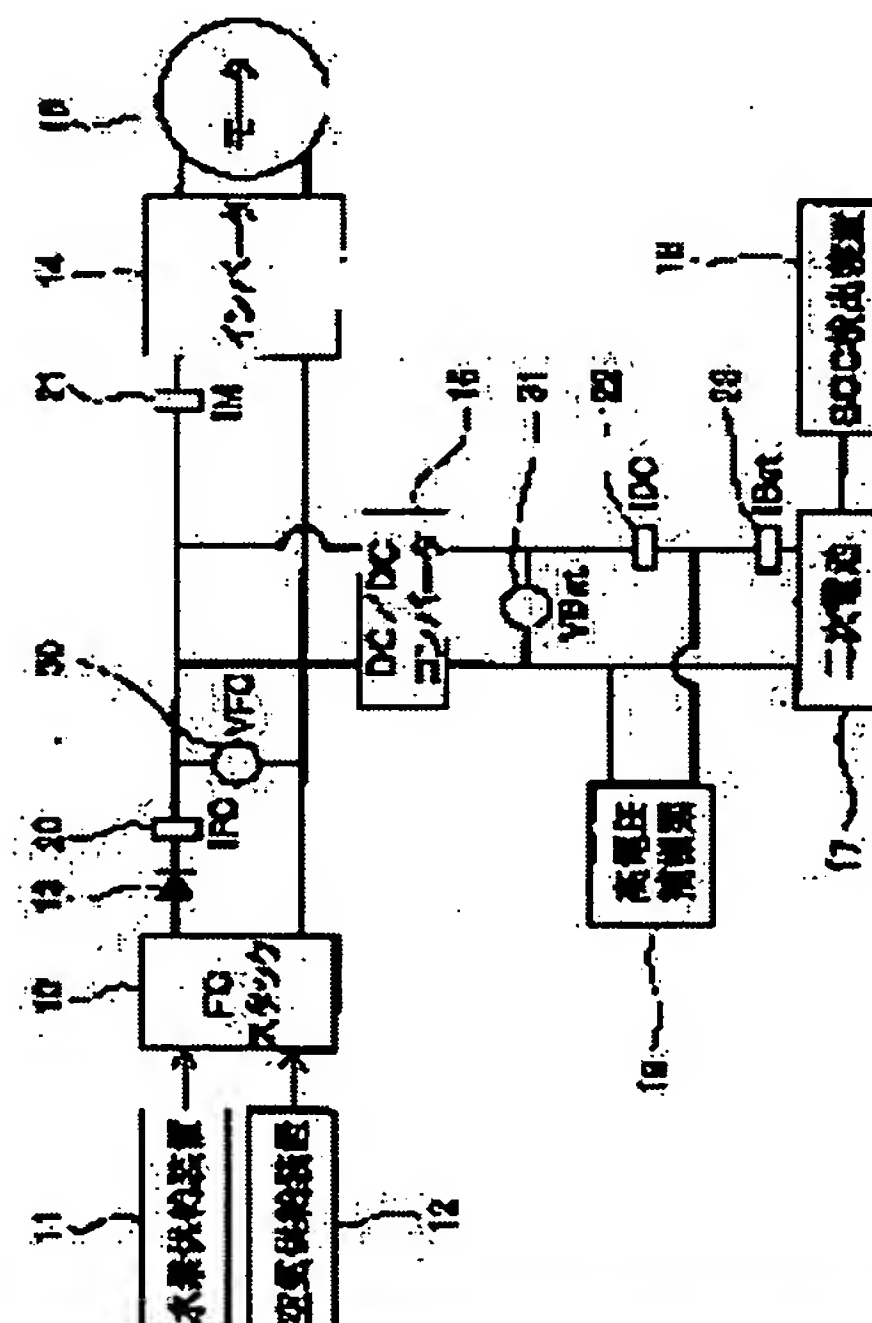
(72)Inventor : KAWAI TOSHIYUKI  
 IMAMURA TOMONORI  
 KATO HARUHIKO  
 OKAMOTO KUNIO

## (54) FUEL CELL SYSTEM

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell system capable of calculating a power generation target of a fuel cell without being affected by an error in power consumption, and the like, occurring in each power consuming apparatus.

SOLUTION: This system is provided with a secondary battery 17 parallel connected to the fuel cell 10, a voltage converter 16 provided between the fuel cell 10 and the secondary battery 17 for adjusting the output voltage of the fuel cell 10, a plurality of current sensors 20 to 22 for detecting a current on the input side of the voltage converter 16 and a current on the output side thereof, and a pair of voltage sensors 30 and 31 for detecting a voltage on the input side of the voltage converter 16 and a voltage on the output side thereof. The conversion efficiency of the voltage converter 16 is calculated based on the input and output side currents detected by the sensors 20 to 22 and the input and output side voltages detected by the sensors 30 and 31. The power generation target of the fuel cell is calculated by using this conversion efficiency.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
 examiner's decision of rejection or application converted  
 registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of]

rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The fuel cell which generates electrical energy by the chemical reaction of hydrogen and oxygen (10), It connects with said fuel cell (10) in juxtaposition. The rechargeable battery in which charge and discharge are possible (17), The electrical-potential-difference converter which is prepared between said fuel cells (10) and said rechargeable batteries (17), and adjusts the output voltage of said fuel cell (10) (16), Two or more current sensors which detect the current value of the input side of said electrical-potential-difference converter (16), and the current value of an output side (20-22), It has the voltage sensor (30 31) of the couple which detects the electrical-potential-difference value of the input side of said electrical-potential-difference converter (16), and the electrical-potential-difference value of an output side. The input-side current value and output side current value of said electrical-potential-difference converter (16) which were detected in said current sensor (20-22), The fuel cell system characterized by computing the conversion efficiency of said electrical-potential-difference converter (16) based on the input-side electrical-potential-difference value and output side electrical-potential-difference value of said electrical-potential-difference converter (16) which were detected in said voltage sensor (30 31).

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

**[Field of the Invention]** This invention applies [ to mobiles, such as a car, a marine vessel, and a portable electric organ, ] about the fuel cell system which consists of a fuel cell which carries out electrical energy generating by the chemical reaction of hydrogen and oxygen and is effective.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** For example, in the fuel cell system carried in a car, since the load power needed for car transit changes rapidly according to the transit pattern of operators, such as acceleration and deceleration, it serves as a system configuration which can carry out adjustable [ of the generated output of a fuel cell ] according to load power.

**[0003]** However, since the speed of response of the control of flow of the hydrogen used as a fuel and air is slow, it is difficult to make the generated output of a fuel cell correspond to the load power of the car which changes remarkably. For this reason, in the fuel cell system for mount, a rechargeable battery is connected to a fuel cell through an electrical-potential-difference transducer (DC to DC converter), and it has become the system configuration to which a rechargeable battery pays temporarily change of the power with which a fuel cell does not catch up.

**[0004]** Generated output control of the fuel cell in such a mounted fuel cell system must be controlled to compensate with all of the demand charge-and-discharge power of a rechargeable battery required in order to maintain the power consumption of high-tension auxiliary machinery, such as inverter power and pumps for fuel supply, and the capacity of a rechargeable battery at a predetermined value, the conversion loss power of an electrical-potential-difference converter, etc.

**[0005]** As an example which controls such a fuel cell system, the control approach of a publication is in JP,2000-12059,A. The demand output of an inverter is computed from an accelerator opening, and the fuel cell control section is calculating and controlling the generated output of a fuel cell by this approach from the output current and the output voltage property drawn based on the detected capacity. While a fuel cell is always generated on the most efficient point to capacity and supplies power to the output of an inverter, it consists of this approach so that it may compensate with the power which excess and deficiency produce by the rechargeable battery.

**[0006]**

**[Problem(s) to be Solved by the Invention]** In the fuel cell system, the total power consumption of a fuel cell system is computed, and this is considered as the target generation-of-electrical-energy output of a fuel cell. It is necessary to take into consideration the conversion efficiency  $f$  of an electrical-potential-difference transducer for calculation of the total power consumption, and this conversion efficiency  $f$  is computed in consideration of an inverter, the power consumption of high-tension auxiliary machinery, the demand charge-and-discharge power of a rechargeable battery, etc.

**[0007]** The generation-of-electrical-energy output of a fuel cell needs to be in agreement with the actual total power consumption of a power consumption device. However, power consumption, such as an inverter which is a power consumption device, power consumption of high-tension auxiliary machinery, and demand charge-and-discharge power of a rechargeable battery, is detected for every device. For this reason, there was a problem of the total power consumption and the generated output of a fuel cell stopping being in agreement for every device of that \*\*\*\* under the effect of the wiring resistance between the detection error of power consumption, or a device. Moreover, since the conversion efficiency  $f$  of an electrical-potential-difference converter changed with temperature, the magnitude of a current, etc., when the value of conversion efficiency was used, it had a problem of the calculated value of the total power consumption and a actual value stopping being in agreement.

**[0008]** In such a case, since means were provided with the charge-and-discharge power of the rechargeable battery currently controlled as a result according to the development of situation, cell capacity changed remarkably with time amount progress, and when the worst, it may have lapsed into transit impossible.

**[0009]** This invention aims at offering the fuel cell system which can compute the target generated output of a fuel cell, without being influenced in view of the point describing above of the power consumption error generated for every power consumption device.

**[0010]**

**[Means for Solving the Problem]** In order to attain the above-mentioned object, in invention according to claim 1 The fuel cell which generates electrical energy by the chemical reaction of hydrogen and oxygen (10), It connects with a fuel cell (10) in juxtaposition. The rechargeable battery in which charge and discharge are possible (17), The electrical-potential-difference converter which is prepared between a fuel cell (10) and a rechargeable battery (17), and adjusts the output voltage of a fuel cell (10) (16), Two or more current sensors which detect the current value of the input side of an electrical-potential-difference converter (16), and the current value of an output side (20-22), The input-side current value and output side current value of an electrical-potential-difference converter (16) which were equipped with the voltage sensor (30 31) of the couple which detects the electrical-potential-difference value of the input side of an electrical-potential-difference converter (16), and the electrical-potential-difference value of an output side, and were detected in the current sensor (20-22), Based on the input-side electrical-potential-difference value and output side electrical-potential-difference value of an electrical-potential-difference converter (16) which were detected in the voltage sensor (30 31), it is characterized by computing the conversion efficiency of an electrical-potential-difference converter (16).

**[0011]** Thereby, in case the conversion efficiency of an electrical-potential-difference converter (16) is computed, the power consumption error for every device and the power consumption error by wiring resistance can be disregarded. Thus, by using the conversion efficiency of the computed electrical-potential-difference converter (16), the target generated output of a fuel cell (10) is more computable to accuracy.

**[0012]** In addition, the sign in the parenthesis of each above-mentioned means shows response relation with the concrete means of a



publication to the operation gestalt mentioned later.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt which applied this invention is explained based on drawing 1 - drawing 6. This operation gestalt applies the fuel cell system of this invention to an electric vehicle.

[0014] Drawing 1 shows the whole fuel cell system configuration of this operation gestalt. As shown in drawing 1, a fuel cell (FC stack) 10, the hydrogen feeder 11, air supply equipment 12, the inverter 14, DC to DC converter (voltage adjustment means) 16, the rechargeable battery 17, and the high-tension auxiliary machinery 19 grade are prepared in the fuel cell system of this operation gestalt.

[0015] A fuel cell (FC stack) 10 generates power using the electrochemical reaction of hydrogen and oxygen. The solid-state polyelectrolyte mold fuel cell is used as a fuel cell 10, two or more laminatings of the single cel used as a base unit are carried out, and it consists of these operation gestalten. In a fuel cell 10, by supplying hydrogen and air (oxygen), the electrochemical reaction of the following hydrogen and oxygen occurs and electrical energy occurs.

(Hydrogen pole side) The hydrogen feeder 11 for supplying hydrogen to the hydrogen pole (negative electrode) side of a fuel cell 10 and the air supply equipment 12 for supplying air (oxygen) to the oxygen pole (positive electrode) side of a fuel cell 10 are formed in the  $H_2 \rightarrow 2H^{++} + 2e^-$  (oxygen pole side)  $2H^{++} + 1/2O_2 + 2e^- \rightarrow H_2O$  fuel cell system. The hydrogen tank which contains hydrogen storage material, such as a reformer which generates hydrogen, for example by the refining reaction, or a hydrogen storing metal alloy, as a hydrogen feeder 11, and stores pure hydrogen can be used. As air supply equipment 12, a compressor or Blois can be used, for example.

[0016] The inverter 14 is connected to the fuel cell 10 through diode 13. Only by turning diode 13 to an inverter 14 from a fuel cell 10, it passes a current. An inverter 14 changes into alternating current the direct current supplied from a fuel cell 10, supplies it to a drive motor 15, and it is constituted so that a motor 15 may be driven.

[0017] The rechargeable battery (dc-battery) 17 in which charge and discharge are possible is connected to the fuel cell 10 in juxtaposition through DC to DC converter (voltage adjustment means) 16. DC to DC converter 16 is constituted so that an electrical potential difference may be changed between a fuel cell 10 and a rechargeable battery 17. In DC to DC converter 16, power loss occurs in the case of electrical-potential-difference conversion. When a rechargeable battery 17 charges and the output of a fuel cell 10 is insufficient, the dump power generated with the fuel cell 10 is constituted so that a part for lack power may be supplied from a rechargeable battery 17.

[0018] When connecting the FC stack 10 and a rechargeable battery 17 to juxtaposition and carrying out an electric power supply to an inverter 14, it is necessary to make both potential equal. So, with this operation gestalt, DC to DC converter 24 is performing electrical-potential-difference conversion so that the electrical potential difference of the FC stack 10 and a rechargeable battery 17 may become the same. Such a configuration can perform the electric power supply assignment to an inverter 14 by the FC stack 10 and the rechargeable battery 17.

[0019] The SOC detection equipment 18 which detects the residual cell capacity SOC of a rechargeable battery 17 is formed in the rechargeable battery 17. Detection of the cell capacity SOC is performed by the known approach. For example, there is a method of integrating the current value and time amount of charge and discharge, and asking for a changed part of capacity to the initial capacity of a rechargeable battery 17 or the approach of searching for from the V-I property of a rechargeable battery 17.

[0020] Drawing 2 is map data showing the target power Pchg of the charge-and-discharge power of the rechargeable battery 17 to the cell capacity SOC of a rechargeable battery 17. As shown in drawing 2, the charge-and-discharge target power Pchg of a rechargeable battery 17 is beforehand set up so that it may change according to the cell capacity SOC of a rechargeable battery 17. With this operation gestalt, the charge-and-discharge target power Pchg is set up so that the cell capacity of a rechargeable battery 17 may become 60%. Therefore, when the cell capacity SOC is 60% or more, the target charge-and-discharge power Pchg of a rechargeable battery 17 is set as a minus value. Conversely, in not filling the cell capacity SOC to 60%, it sets the target charge-and-discharge power Pchg of a rechargeable battery 17 as a plus value.

[0021] Furthermore, the high-tension auxiliary machinery 19 is connected to the fuel cell 10 through DC to DC converter 16. It is the equipment which consumes the power of the compressor 11 grade for air supply in the high-tension auxiliary machinery 19. Since it is necessary to fluctuate the amount of fuel supply according to inverter demand power, the power consumption PHk of auxiliary machinery 19 is a value which carries out adjustable according to inverter demand power.

[0022] Current sensors 20-23 and voltage sensors 30 and 31 are formed in the fuel cell system of this operation gestalt. Current sensors 20-23 are arranged by the number small one piece to the branched number of wiring in the part where the current on wiring to which each device is connected branches. The current to the direction in which current sensors 20-23 are not formed is computable in other two current sensors.

[0023] The 1st current sensor 20 detects the output current value IFC of a fuel cell 10, the current value IM which flows to an inverter 14 by the 2nd current sensor 21 is detected, the current value IDC which flows from DC to DC converter 16 by the 3rd current sensor 22 is detected, and the current value IBat which flows to a rechargeable battery 17 by the 4th current sensor 23 is detected. The current value which flows to DC to DC converter 16 can be calculated by (IFC-IM), and the current value which flows to the high-tension auxiliary machinery 19 can be calculated by (IDC-IBat).

[0024] Moreover, voltage sensors 30 and 31 are arranged in one part which becomes equipotential, when [ each ] DC to DC converter 16 is inserted and the wiring resistance in the input side and output side of DC to DC converter 16 is disregarded. The 1st voltage sensor detects the electrical-potential-difference value VFC by the side of a fuel cell 10, and the 2nd voltage sensor detects the electrical-potential-difference value VBat by the side of a rechargeable battery 17.

[0025] Drawing 3 shows the control unit 40 of the fuel cell system of this operation gestalt. The control unit 40 shown in the fuel cell system of this operation gestalt at drawing 3 is formed. A sensor signal inputs into a control device 40 from various sensors, and it is constituted so that a control signal may be outputted to each device of DC to DC converter 16 grade.

[0026] Next, actuation of the fuel cell system of this operation gestalt is explained based on drawing 4 - drawing 6. Drawing 4 is a flow chart which shows actuation of a fuel cell system. The following control is performed repeatedly a predetermined period.

[0027] First, the transit target power FPower is computed based on signals, such as a car operator's accelerator opening, (step S10). This transit target power FPower turns into the demand output (target output) PMo of an inverter 14. Next, current sensors 20-23 and voltage sensors 30 and 31 detect the current values IFC, IM, and IDC of each part of a fuel cell system and the electrical-potential-difference value VFC, and VBat (step S11).

[0028] Next, with SOC detection equipment 18, the cell capacity SOC of a rechargeable battery 17 is detected (step S12), and the target charge-and-discharge power Pchg of a rechargeable battery 17 is found based on the map of drawing 2 (step S13).

[0029] Next, power distribution count is carried out (step S14). Power distribution count is performed as shown in drawing 5. The actual power which flows to each device of a fuel cell 10, an inverter 14, a rechargeable battery 17, and the high-tension auxiliary

machinery 19 can be found by fuel cell power  $P_{fc}=I_{FC} \times V_{FC}$ , inverter power  $P_M=I_M \times V_{FC}$ , rechargeable battery charge-and-discharge power  $P_{Bat}=I_{Bat} \times V_{Bat}$ , and auxiliary machinery power  $P_{Hk}=(I_{DC}-I_{Bat}) \times V_{Bat}$ .

[0030] The conversion efficiency (power efficiency)  $f$  of DC to DC converter 16 can be calculated by  $f=(V_{Bat} \times I_{DC})/(V_{FC} \times (I_{FC}-I_M))$  from the input-side current value and the output side current value, input-side electrical-potential-difference value, and output side electrical-potential-difference value of DC to DC converter 16.

[0031] Let transit target power  $F_{Power}$  found at the above-mentioned step S10 be the inverter target power  $P_{Mo}$ . The target power  $P_{Hko}$  of the auxiliary machinery 19 required in order to supply the air flow rate and hydrogen flow rate which are needed since a fuel cell 10 outputs the inverter target power  $P_{Mo}$  to a fuel cell 10 is found. This auxiliary machinery target power  $P_{Hko}$  is a value which becomes settled with the inverter target power  $P_{Mo}$ .

[0032] It can ask for the target generated output  $P_{fco}$  of a fuel cell 10 by  $P_{fco}=P_{Mo}+f(P_{Hko}+P_{chg})$  from the conversion efficiency  $f$  of DC to DC converter 16 which is the inverter target power  $P_{Mo}$ , the auxiliary machinery target power  $P_{Hko}$ , the rechargeable battery target charge-and-discharge power  $P_{chg}$ , and the actual measurement which are calculated value.

[0033] Next, based on the power distribution count calculated at the above-mentioned step S14, generation-of-electrical-energy control of a fuel cell 10 is performed (step S15). Specifically, the amount of distributed gas is controlled by gas transfer units 11 and 12. Furthermore, output voltage of a fuel cell 10 is controlled by DC to DC converter 16.

[0034] Output voltage control of the fuel cell 10 by DC to DC converter 16 is explained based on output-characteristics drawing of the fuel cell 10 shown in drawing 6.  $g1$ - $g3$  in drawing 6 are the output characteristics of the fuel cell 10 at the time of changing the hydrogen amount of supply to a fuel cell 10, and the amount of air supply.  $g1$  has least amount of supply, and the amount of supply has most  $g3$ . As shown in drawing 6,  $g1$  is an A point,  $g2$  is a B point and, as for  $g3$ , output characteristics are changing rapidly at C point.

[0035] For this reason, in each gas supply volume, much power can be most efficiently taken out from a fuel cell 10 by generating electricity at an A-C point just before output characteristics change suddenly. Therefore, the output voltage  $V_{FC}$  of a fuel cell 10 is controlled by DC to DC converter 16 to become the electrical potential difference which can take out power from a fuel cell 10 most efficiently in each gas supply volume.

[0036] As mentioned above, by forming current sensors 20-23 in the part where the generated output of a fuel cell 10 is distributed, and forming voltage sensors 30 and 31 in the part where an electrical potential difference becomes equipotential, in case the conversion efficiency  $f$  of DC to DC converter 16 is computed, the power consumption error for every device and the power consumption error by wiring resistance can be disregarded. Thereby, the target generated output  $P_{fco}$  of a fuel cell 10 can be computed more now to accuracy.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

**[Drawing 1]** It is the conceptual diagram of the fuel cell system of the above-mentioned operation gestalt.

**[Drawing 2]** It is property drawing showing the map data with which the cell capacity SOC of a rechargeable battery and the target charge-and-discharge power Pchg were connected.

**[Drawing 3]** It is control-block drawing of the fuel cell system of the above-mentioned operation gestalt.

**[Drawing 4]** It is the flow chart which shows actuation of the fuel cell system of the above-mentioned operation gestalt.

**[Drawing 5]** It is the block diagram showing power distribution count of the fuel cell system of the above-mentioned operation gestalt.

**[Drawing 6]** It is property drawing showing the output characteristics of a fuel cell.

**[Description of Notations]**

10 [ -- An inverter, 16 / -- A DC to DC converter (electrical-potential-difference converter), 17 / -- A rechargeable battery, 19 / -- 30 Auxiliary machinery, 20 - 23 current sensor, 31 / -- Voltage sensor. ] -- A fuel cell (FC stack), 11 -- A hydrogen feeder, 12 -- Air supply equipment, 14

---

[Translation done.]

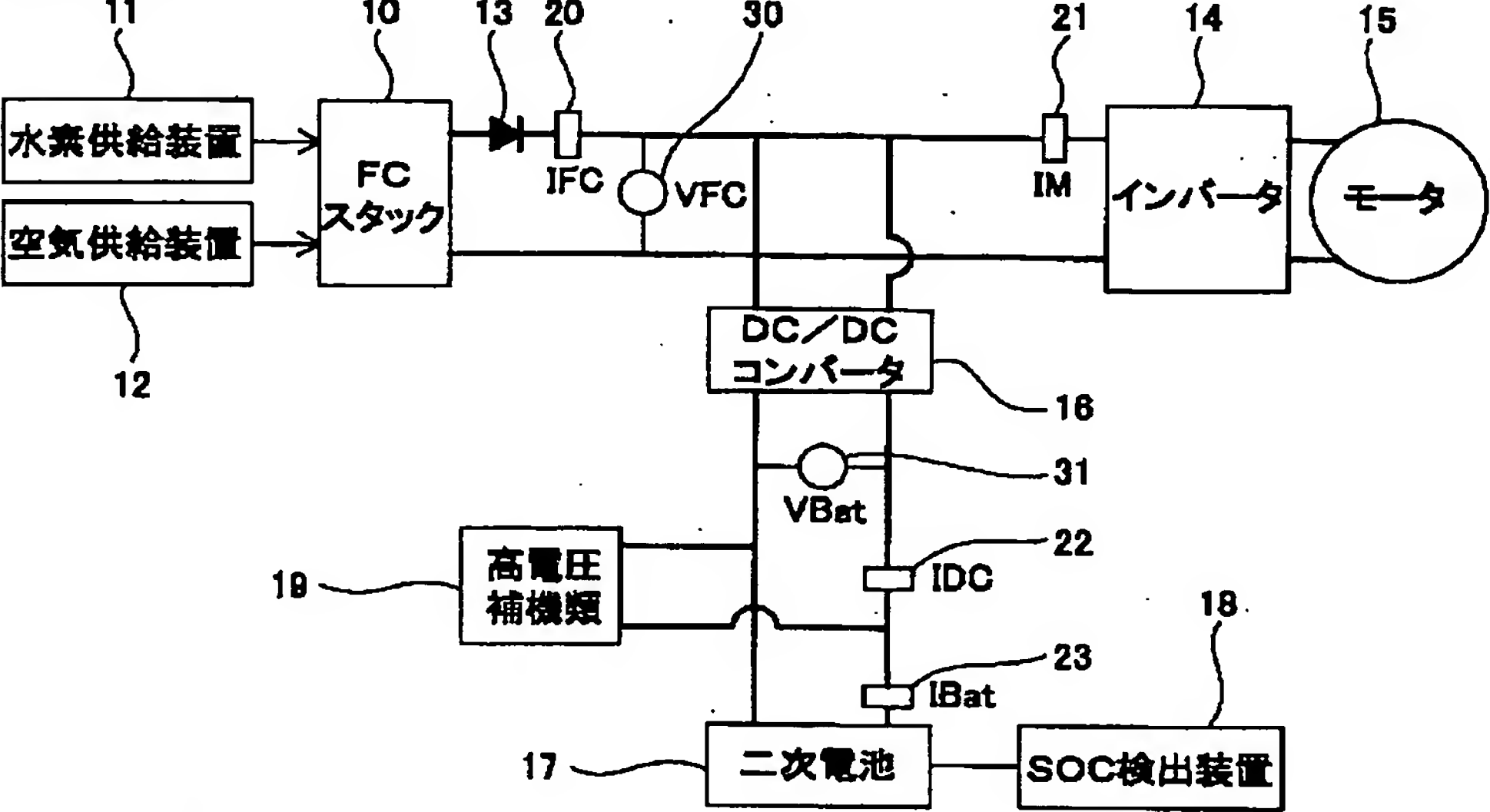
\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

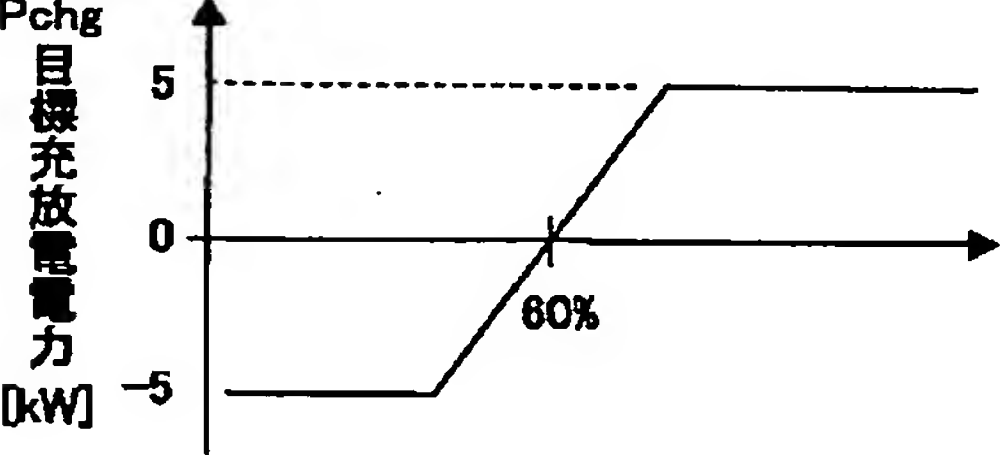
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

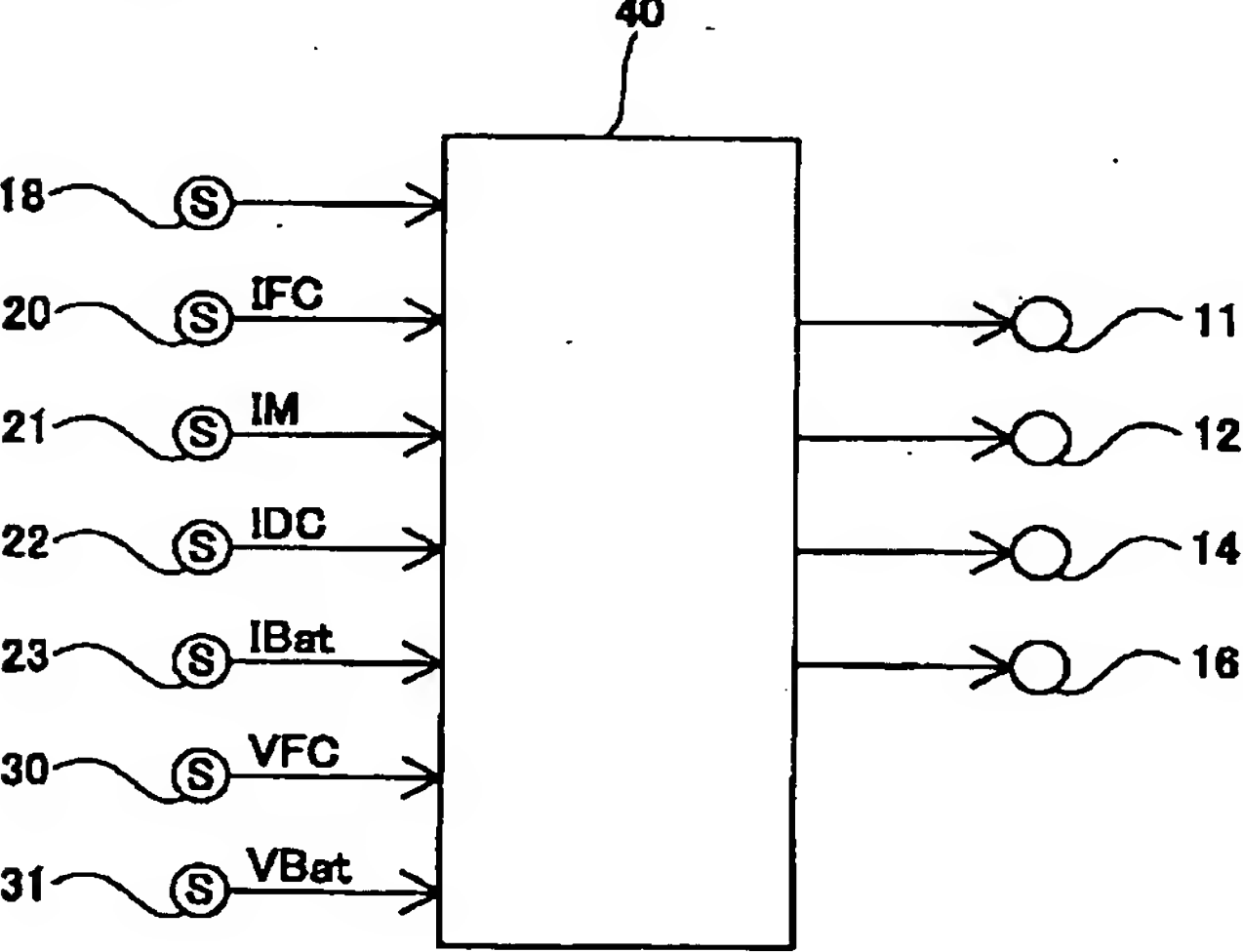
[Drawing 1]



[Drawing 2]

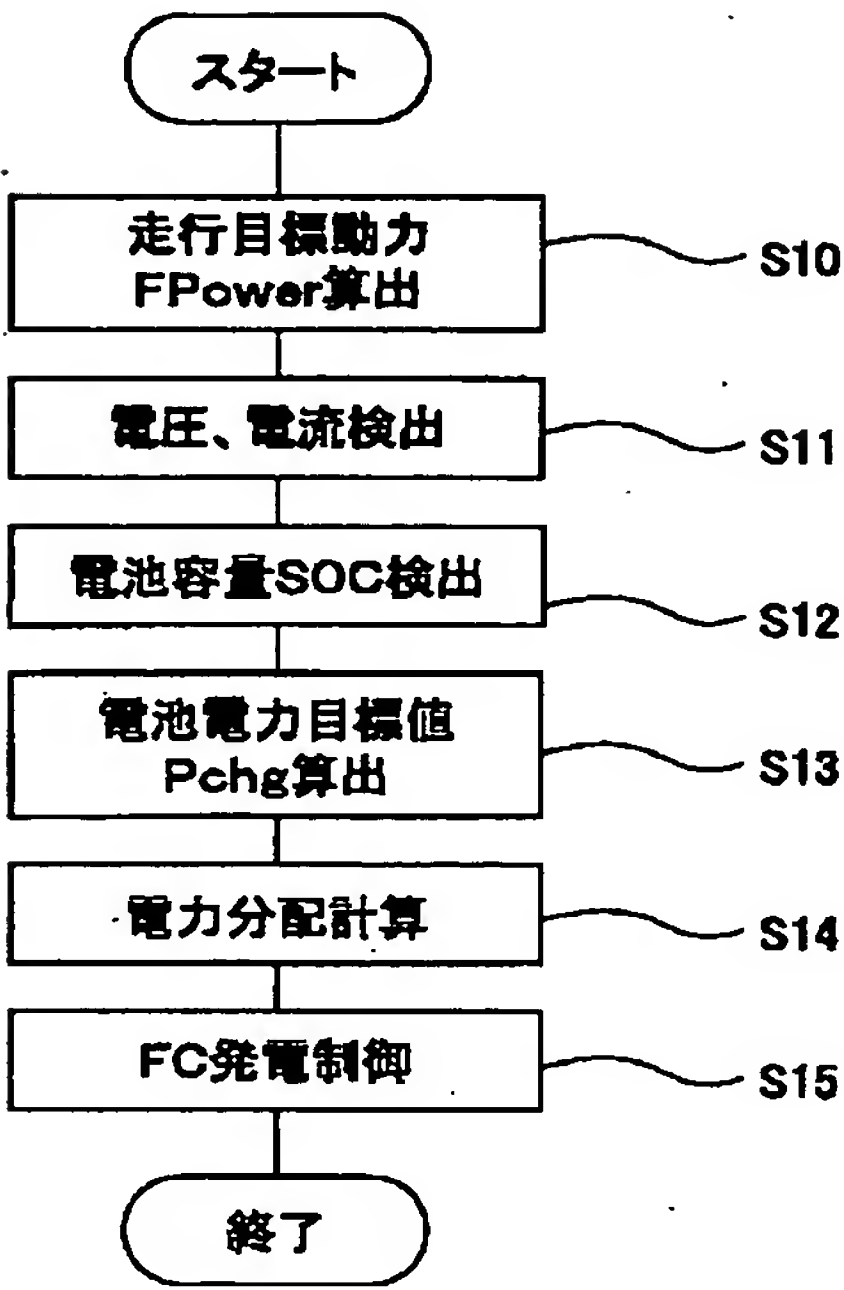


[Drawing 3]

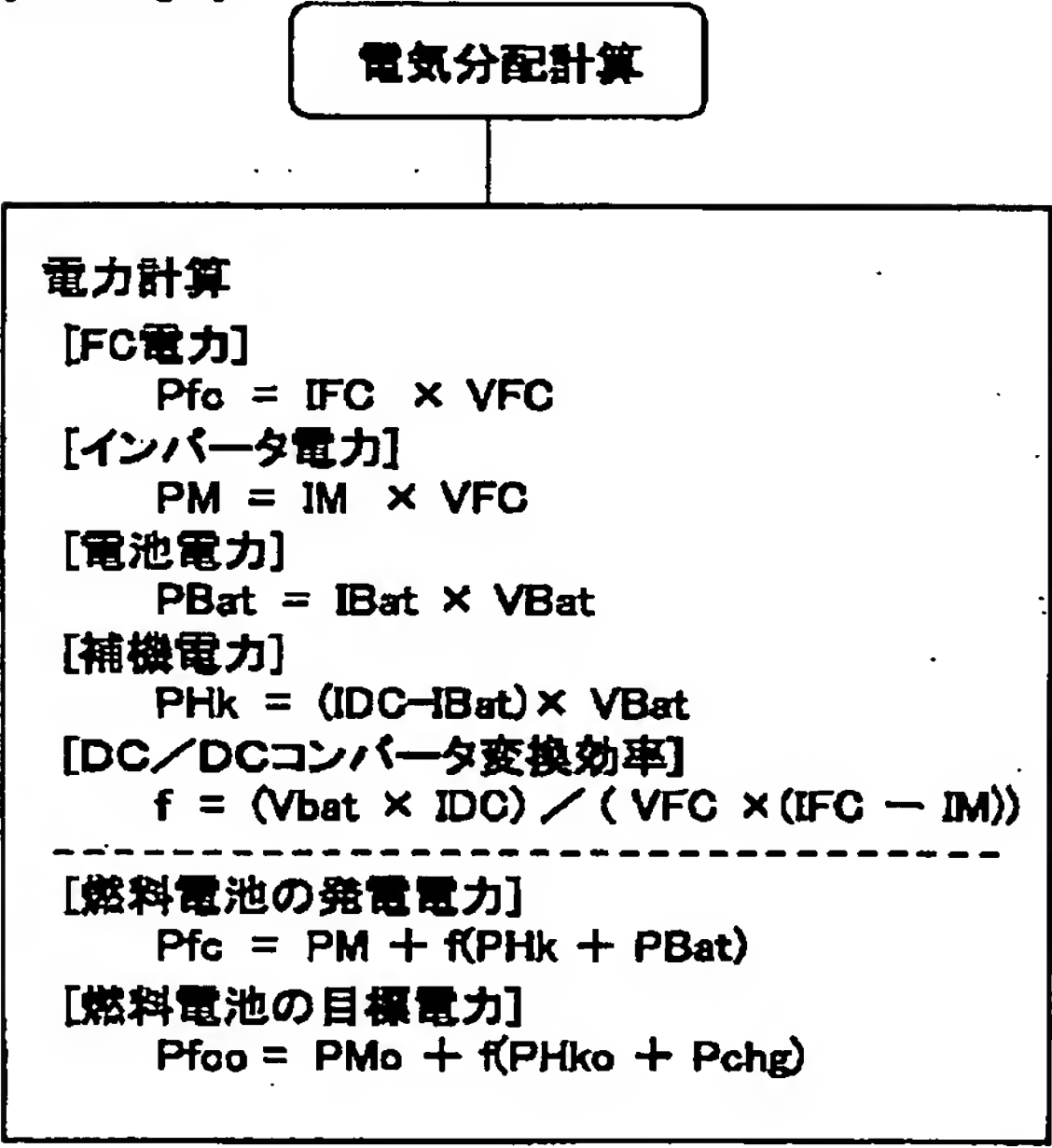


[Drawing 4]

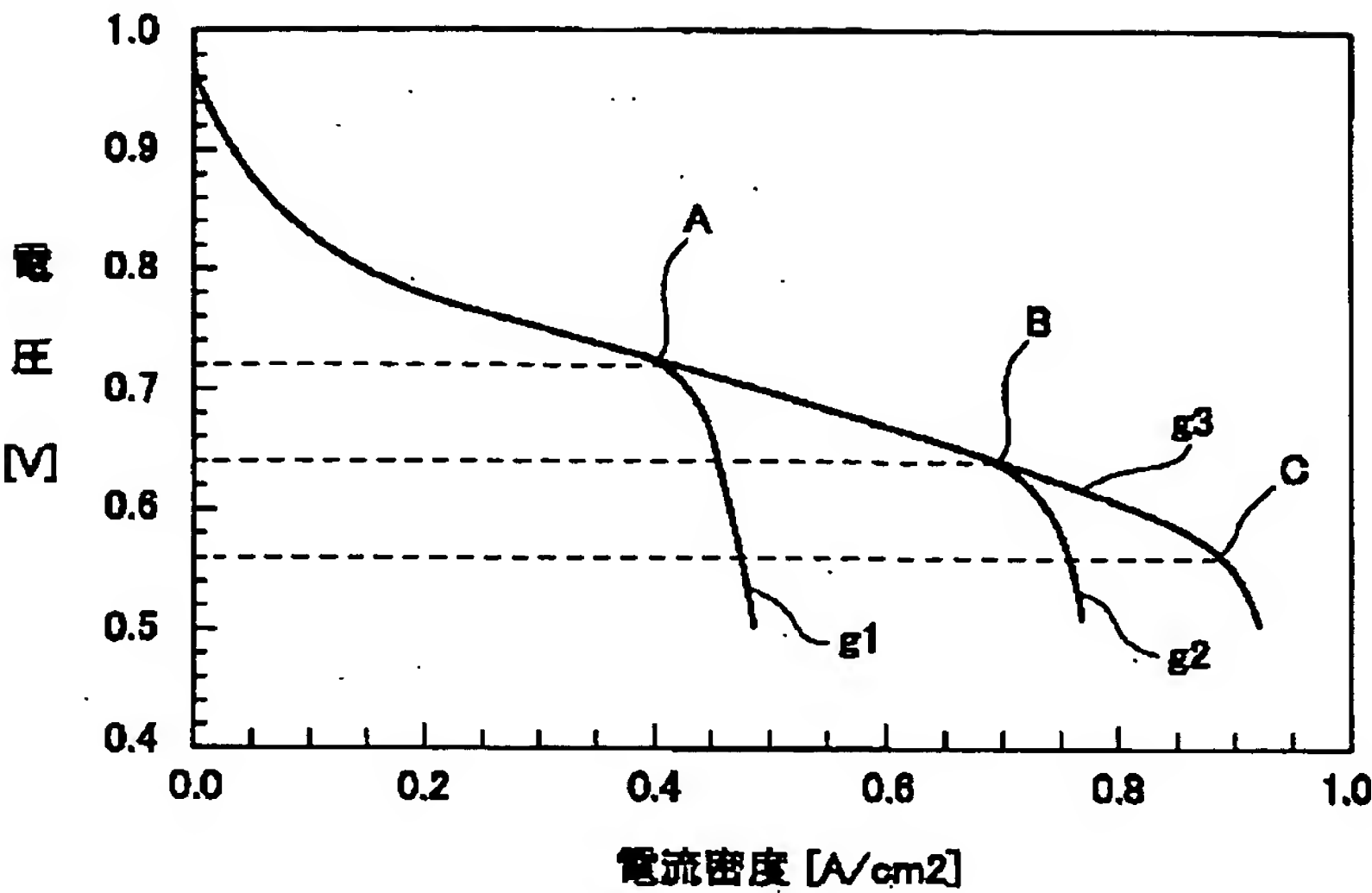




[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-ミ-ト* (参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	P 5 G 0 0 3
B 6 0 L 11/18		B 6 0 L 11/18	G 5 H 0 2 6
H 0 1 M 8/00		H 0 1 M 8/00	A 5 H 0 2 7
H 0 2 J 7/00		H 0 2 J 7/00	P 5 H 1 1 5
	3 0 3		3 0 3 E
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁) 最終頁に続く			

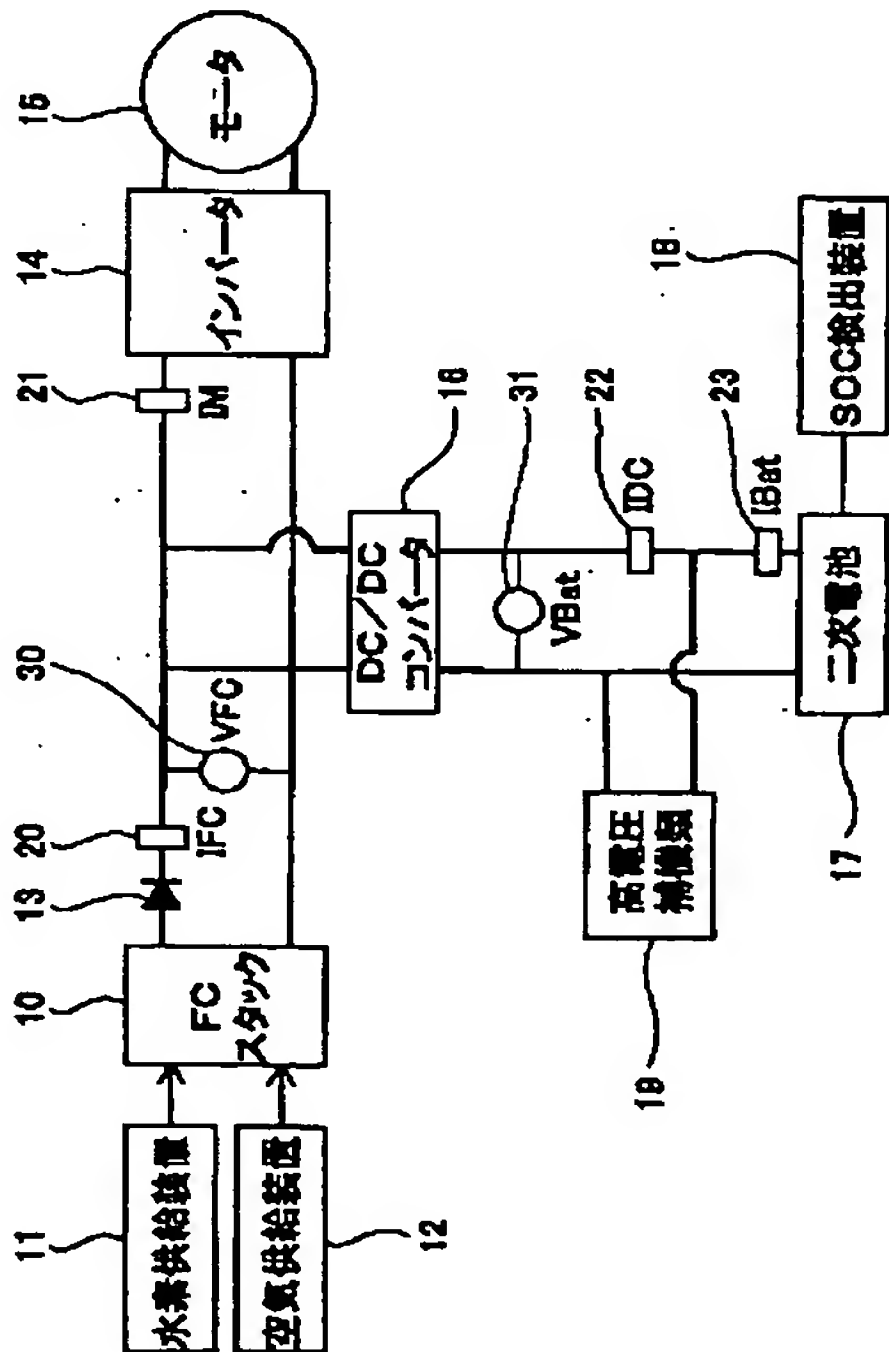
(21) 出願番号	特願2001-139248(P2001-139248)	(71) 出願人	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(22) 出願日	平成13年5月9日(2001.5.9)	(72) 発明者	河合 利幸 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		(72) 発明者	今村 朋範 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		(74) 代理人	100100022 弁理士 伊藤 洋二 (外2名)
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 電力消費機器毎に発生する消費電力誤差等の影響を受けることなく燃料電池の目標発電電力を算出することが可能な燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料電池10と並列的に接続された2次電池17と、燃料電池10と2次電池17との間に設けられ、燃料電池10の出力電圧を調整する電圧変換器16と、電圧変換器16の入力側の電流値および出力側の電流値を検出する複数の電流センサ20～22と、電圧変換器16の入力側の電圧値および出力側の電圧値を検出する一対の電圧センサ30、31とを設ける。電流センサ20～22にて検出した入力側電流値、出力側電流値と、電圧センサ30、31にて検出した入力側電圧値、出力側電圧値とに基づいて、電圧変換器16の変換効率を算出する。この変換効率を用いて燃料電池の目標発電電力を算出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素と酸素の化学反応により電気エネルギーを発生する燃料電池（10）と、  
前記燃料電池（10）と並列的に接続され、充放電可能な2次電池（17）と、  
前記燃料電池（10）と前記2次電池（17）との間に設けられ、前記燃料電池（10）の出力電圧を調整する電圧変換器（16）と、  
前記電圧変換器（16）の入力側の電流値および出力側の電流値を検出する複数の電流センサ（20～22）と、  
前記電圧変換器（16）の入力側の電圧値および出力側の電圧値を検出する一対の電圧センサ（30、31）とを備え、  
前記電流センサ（20～22）にて検出した前記電圧変換器（16）の入力側電流値および出力側電流値と、前記電圧センサ（30、31）にて検出した前記電圧変換器（16）の入力側電圧値および出力側電圧値とに基づいて、前記電圧変換器（16）の変換効率を算出することを特徴とする燃料電池システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水素と酸素との化学反応により電気エネルギー発生させる燃料電池からなる燃料電池システムに関するもので、車両、船舶及びポータブル発電器等の移動体に適用して有効である。

## 【0002】

【従来の技術】例えば車両に搭載される燃料電池システムでは、車両走行に必要とされる負荷電力は、加減速などの運転者の走行パターンに応じて急激に変化するため、燃料電池の発電電力も負荷電力に応じて可変できるシステム構成となっている。

【0003】ところが、燃料となる水素および空気の流量制御の応答速度が遅いため、著しく変化する車両の負荷電力に対して、燃料電池の発電電力を対応させるのは困難である。このため、車載用燃料電池システムでは、燃料電池に電圧変換器（DC/DCコンバータ）を介して2次電池を接続し、燃料電池が追いつかない電力の変化を一時的に2次電池が負担するシステム構成になっている。

【0004】このような車載燃料電池システムにおける燃料電池の発電電力制御は、インバータ電力、燃料供給用ポンプ類等の高電圧補機類の消費電力、2次電池の容量を所定値に保つために必要な2次電池の要求充放電電力、電圧変換器の変換損失電力等をすべて補うようにコントロールしなければならない。

【0005】このような燃料電池システムを制御する例として、例えば特開2000-12059号公報に記載の制御方法がある。この方法では、アクセル開度からインバータの要求出力を算出し、燃料電池制御部は検出し

たガス量に基づいて導出した出力電流・出力電圧特性から燃料電池の発電電力を計算して制御している。この方法では、燃料電池は常にガス量に対して最も効率がよいポイントで発電し、インバータの出力に対して電力を供給する一方で、過不足が生じる電力を2次電池で補うように構成されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】燃料電池システムでは、燃料電池システムの総消費電力を算出して、これを燃料電池の目標発電出力としている。総消費電力の算出には電圧変換器の変換効率 $f$ を考慮する必要があり、この変換効率 $f$ はインバータ、高電圧補機類の消費電力、2次電池の要求充放電電力等を考慮して算出されるものである。

【0007】燃料電池の発電出力は、電力消費機器の実際の総消費電力と一致している必要がある。しかしながら、電力消費機器であるインバータ、高電圧補機類の消費電力、2次電池の要求充放電電力等の消費電力は、それぞれの機器毎に検出している。このため、それぞれの機器毎に消費電力の検出誤差や機器間の配線抵抗の影響により、総消費電力と燃料電池の発電電力が一致しなくなるという問題があった。また、電圧変換器の変換効率 $f$ は温度や電流の大きさ等によっても変化するため、変換効率の値を用いると総消費電力の計算値と実際の値が一致しなくなるという問題があった。

【0008】このような場合、結果的に成り行きで制御されている2次電池の充放電電力でまかなわれるため、時間経過とともに電池容量が著しく変化して、最悪の場合は走行不能に陥る可能性があった。

【0009】本発明は、上記点に鑑み、電力消費機器毎に発生する消費電力誤差等の影響を受けることなく燃料電池の目標発電電力を算出することが可能な燃料電池システムを提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、水素と酸素の化学反応により電気エネルギーを発生する燃料電池（10）と、燃料電池（10）と並列的に接続され、充放電可能な2次電池（17）と、燃料電池（10）と2次電池（17）との間に設けられ、燃料電池（10）の出力電圧を調整する電圧変換器（16）と、電圧変換器（16）の入力側の電流値および出力側の電流値を検出する複数の電流センサ（20～22）と、電圧変換器（16）の入力側の電圧値および出力側の電圧値を検出する一対の電圧センサ（30、31）とを備え、電流センサ（20～22）にて検出した電圧変換器（16）の入力側電流値および出力側電流値と、電圧センサ（30、31）にて検出した電圧変換器（16）の入力側電圧値および出力側電圧値とに基づいて、電圧変換器（16）の変換効率を算出することを特徴としている。



【0011】これにより、電圧変換器（16）の変換効率を算出する際に、機器毎の消費電力誤差や配線抵抗による消費電力誤差を無視することができる。このように算出した電圧変換器（16）の変換効率を用いることで、燃料電池（10）の目標発電電力をより正確に算出することができる。

【0012】なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明を適用した実施形態を図1～図6に基づいて説明する。本実施形態は、本発明の燃料電池システムを電気自動車に適用したものである。

【0014】図1は、本実施形態の燃料電池システムの全体構成を示している。図1に示すように、本実施形態の燃料電池システムには、燃料電池（FCスタック）10、水素供給装置11、空気供給装置12、インバータ14、DC/DCコンバータ（電圧調整手段）16、2次電池17、高電圧補機類19等が設けられている。

【0015】燃料電池（FCスタック）10は、水素と酸素との電気化学反応を利用して電力を発生するものである。本実施形態では燃料電池10として固体高分子電解質型燃料電池を用いており、基本単位となる単セルが複数積層されて構成されている。燃料電池10では、水素および空気（酸素）が供給されることにより、以下の水素と酸素の電気化学反応が起こり、電気エネルギーが発生する。

（水素極側） $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

（酸素極側） $2H^+ + 1/2O_2 + 2e^- \rightarrow H_2O$

燃料電池システムには、燃料電池10の水素極（負極）側に水素を供給するための水素供給装置11と、燃料電池10の酸素極（正極）側に空気（酸素）を供給するための空気供給装置12とが設けられている。水素供給装置11としては、例えば改質反応により水素を生成する改質装置、あるいは水素吸蔵合金等の水素貯蔵材を内蔵して純水素を貯蔵する水素タンクを用いることができる。空気供給装置12としては、例えばコンプレッサあるいはブロアを用いることができる。

【0016】燃料電池10には、ダイオード13を介してインバータ14が接続されている。ダイオード13は、燃料電池10からインバータ14に向けてのみ電流を流すものである。インバータ14は、燃料電池10から供給される直流電流を交流電流に変換して走行用モータ15に供給し、モータ15を駆動するように構成されている。

【0017】燃料電池10には、DC/DCコンバータ（電圧調整手段）16を介して充放電可能な2次電池（バッテリー）17が並列的に接続されている。DC/D

Cコンバータ16では電圧変換の際、電力損失が発生する。燃料電池10で発電した余剰電力は2次電池17に充電され、燃料電池10の出力が不足する場合には、2次電池17から不足電力分が供給されるように構成されている。

【0018】FCスタック10と2次電池17とを並列に接続してインバータ14に電力供給する場合、両者の電位を等しくする必要がある。そこで、本実施形態では、FCスタック10と2次電池17の電圧が同じになるように、DC/DCコンバータ24にて電圧変換を行っている。このような構成により、FCスタック10と2次電池17とで、インバータ14への電力供給分担を行うことができる。

【0019】2次電池17には、2次電池17の残存電池容量SOCを検出するSOC検出装置18が設けられている。電池容量SOCの検出は既知の方法で行われる。例えば、2次電池17の初期容量に対する容量の変化分を充放電の電流値と時間とを積算して求める方法、あるいは、2次電池17のV-I特性から求める方法等がある。

【0020】図2は、2次電池17の電池容量SOCに対する2次電池17の充放電電力の目標電力Pchgを表したマップデータである。図2に示すように、2次電池17の充放電目標電力Pchgは、2次電池17の電池容量SOCに応じて変化するように予め設定されている。本実施形態では、2次電池17の電池容量が例えば60%となるように充放電目標電力Pchgが設定されている。従って、電池容量SOCが60%以上の場合には、2次電池17の目標充放電電力Pchgをマイナス値に設定する。逆に電池容量SOCが60%に満たない場合には、2次電池17の目標充放電電力Pchgをプラス値に設定する。

【0021】さらに、燃料電池10には、DC/DCコンバータ16を介して高電圧補機類19が接続されている。高電圧補機類19とは、空気供給用コンプレッサ11等の電力を消費する機器類である。インバータ要求電力に応じて燃料供給量を変動させる必要があるため、補機類19の消費電力PHkはインバータ要求電力に応じて可変する値である。

【0022】本実施形態の燃料電池システムには、電流センサ20～23および電圧センサ30、31が設けられている。電流センサ20～23は、各機器を結ぶ配線上における電流が分岐する箇所に、分岐する配線数に対して1個少ない数で配置されている。電流センサ20～23が設けられていない方向への電流は、他の2個の電流センサにて算出することができる。

【0023】第1電流センサ20により燃料電池10の出力電流値IFCを検出し、第2電流センサ21によりインバータ14に流れる電流値IMを検出し、第3電流

10

20

30

40

50



センサ22によりDC/DCコンバータ16から流れる電流値 $I_{DC}$ を検出し、第4電流センサ23により2次電池17に流れる電流値 $I_{Bat}$ を検出する。DC/DCコンバータ16に流れる電流値は $(I_{FC} - I_M)$ で求めることができ、高電圧補機類19に流れる電流値は $(I_{DC} - I_{Bat})$ で求めることができる。

【0024】また、電圧センサ30、31は、DC/DCコンバータ16を挟んで、DC/DCコンバータ16の入力側と出力側における配線抵抗を無視した場合に等電位となる箇所に1個ずつ配置されている。第1電圧センサにより燃料電池10側の電圧値 $V_{FC}$ を検出し、第2電圧センサにより2次電池17側の電圧値 $V_{Bat}$ を検出する。

【0025】図3は、本実施形態の燃料電池システムの制御装置40を示している。本実施形態の燃料電池システムには、図3に示す制御装置40が設けられている。制御装置40には、各種センサからセンサ信号が入力し、DC/DCコンバータ16等の各機器に制御信号を出力するように構成されている。

【0026】次に、本実施形態の燃料電池システムの作動を図4～図6に基づいて説明する。図4は、燃料電池システムの作動を示すフローチャートである。以下の制御は、所定周期で繰り返し行われる。

【0027】まず、車両運転者のアクセル開度等の信号に基づいて、走行目標電力 $F_{Power}$ を算出する（ステップS10）。この走行目標電力 $F_{Power}$ が、インバータ14の要求出力（目標出力） $P_{Mo}$ となる。次に、電流センサ20～23、電圧センサ30、31により、燃料電池システム各部の電流値 $I_{FC}$ 、 $I_M$ 、 $I_{DC}$ および電圧値 $V_{FC}$ 、 $V_{Bat}$ を検出する（ステップS11）。

【0028】次に、SOC検出装置18により、2次電池17の電池容量SOCを検出し（ステップS12）、図2のマップに基づいて2次電池17の目標充放電電力 $P_{chg}$ を求める（ステップS13）。

【0029】次に、電力分配計算をする（ステップS14）。電力分配計算は、図5に示すように行われる。燃料電池10、インバータ14、2次電池17、高電圧補機類19の各機器に流れる実際の電力は、燃料電池電力 $P_{fc} = I_{FC} \times V_{FC}$ 、インバータ電力 $P_M = I_M \times V_{FC}$ 、2次電池充放電電力 $P_{Bat} = I_{Bat} \times V_{Bat}$ 、補機電力 $P_{Hk} = (I_{DC} - I_{Bat}) \times V_{Bat}$ で求めることができる。

【0030】DC/DCコンバータ16の変換効率（電力効率） $f$ は、DC/DCコンバータ16の入力側電流値および出力側電流値と入力側電圧値および出力側電圧値から、 $f = (V_{Bat} \times I_{DC}) / (V_{FC} \times (I_{FC} - I_M))$ で求めることができる。

【0031】上記ステップS10で求めた走行目標電力 $F_{Power}$ をインバータ目標電力 $P_{Mo}$ とする。燃料

電池10がインバータ目標電力 $P_{Mo}$ を出力するために必要とされる空気流量、水素流量を燃料電池10に供給するために必要な補機類19の目標電力 $P_{Hk}$ を求める。この補機類目標電力 $P_{Hk}$ は、インバータ目標電力 $P_{Mo}$ により定まる値である。

【0032】燃料電池10の目標発電電力 $P_{fco}$ は、計算値であるインバータ目標電力 $P_{Mo}$ 、補機類目標電力 $P_{Hk}$ 、2次電池目標充放電電力 $P_{chg}$ と、実測値であるDC/DCコンバータ16の変換効率 $f$ から、 $P_{fco} = P_{Mo} + f(P_{Hk} + P_{chg})$ で求めることができる。

【0033】次に、上記ステップS14で計算した電力分配計算に基づいて燃料電池10の発電制御を行う（ステップS15）。具体的には、ガス供給装置11、12により、供給ガス量の制御を行う。さらに、DC/DCコンバータ16で燃料電池10の出力電圧の制御を行う。

【0034】DC/DCコンバータ16による燃料電池10の出力電圧制御について、図6に示す燃料電池10の出力特性図に基づいて説明する。図6中の $g_1 \sim g_3$ は、燃料電池10への水素供給量、空気供給量を変化させた場合の燃料電池10の出力特性である。 $g_1$ が最も供給量が少なく、 $g_3$ が最も供給量が多い。図6に示すように、 $g_1$ はA点で、 $g_2$ はB点で、 $g_3$ はC点で出力特性が急激に変化している。

【0035】このため、それぞれのガス供給量において、出力特性が急変する直前のA～C点で発電することで、燃料電池10から最も効率よく多くの電力を取り出すことができる。従って、それぞれのガス供給量において最も効率よく燃料電池10から電力を取り出せる電圧となるように、DC/DCコンバータ16で燃料電池10の出力電圧 $V_{FC}$ を制御する。

【0036】以上のように、燃料電池10の発電電力が分配される箇所に電流センサ20～23を設け、電圧が等電位となる箇所に電圧センサ30、31を設けることで、DC/DCコンバータ16の変換効率 $f$ を算出する際に、機器毎の消費電力誤差や配線抵抗による消費電力誤差を無視することができる。これにより、燃料電池10の目標発電電力 $P_{fco}$ をより正確に算出することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】上記実施形態の燃料電池システムの概念図である。

【図2】2次電池の電池容量SOCと目標充放電電力 $P_{chg}$ とが関係付けられたマップデータを示す特性図である。

【図3】上記実施形態の燃料電池システムの制御ブロック図である。

【図4】上記実施形態の燃料電池システムの作動を示すフローチャートである。

【図5】上記実施形態の燃料電池システムの電力分配計算を示すブロック図である。

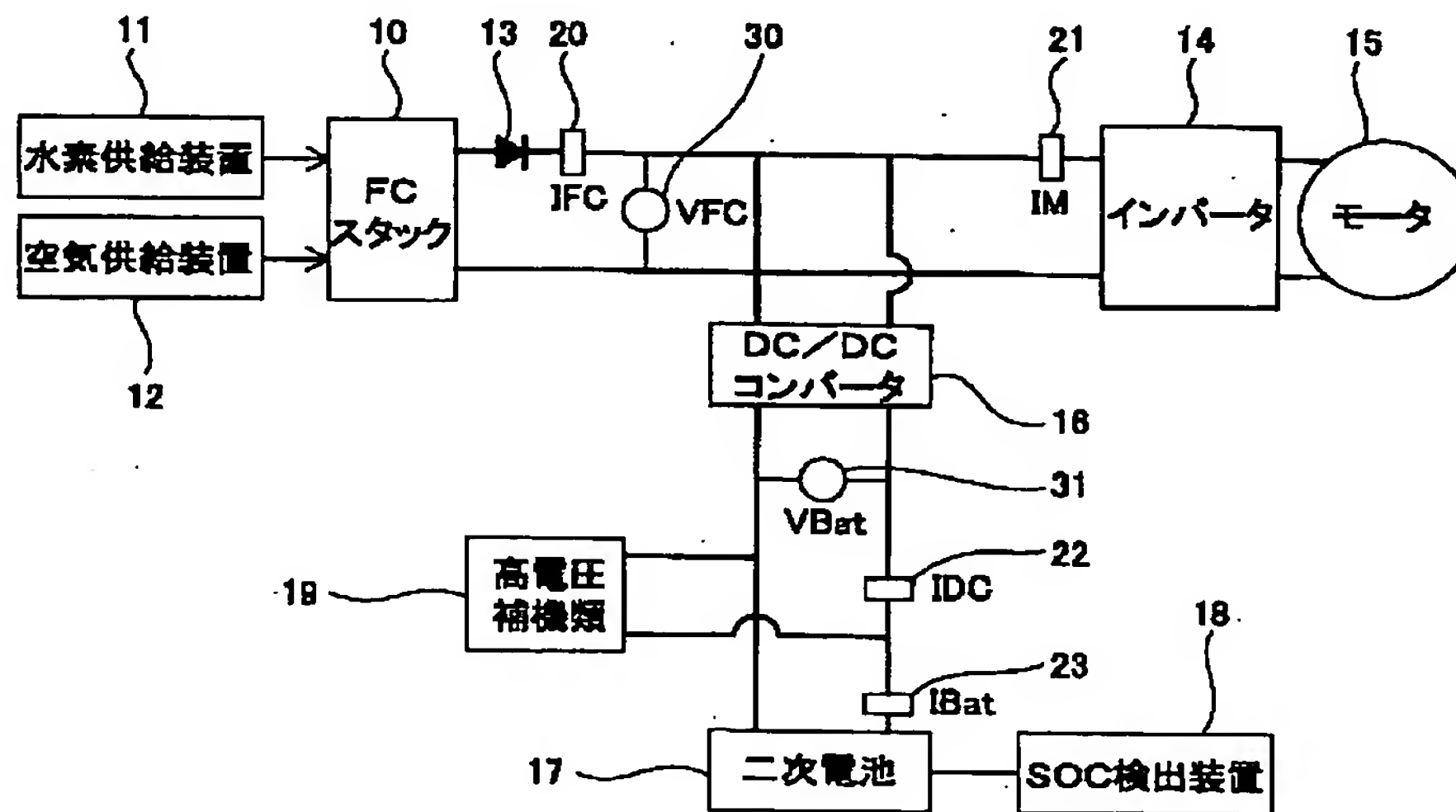
【図6】燃料電池の出力特性を示す特性図である。

【符号の説明】

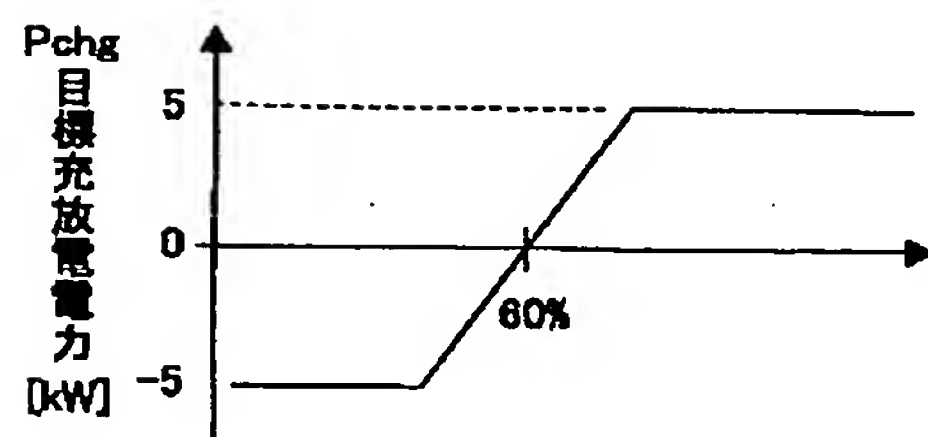
10…燃料電池（FCスタック）、11…水素供給装

置、12…空気供給装置、14…インバータ、16…DC/DCコンバータ（電圧変換器）、17…2次電池、19…補機類、20～23電流センサ、30、31…電圧センサ。

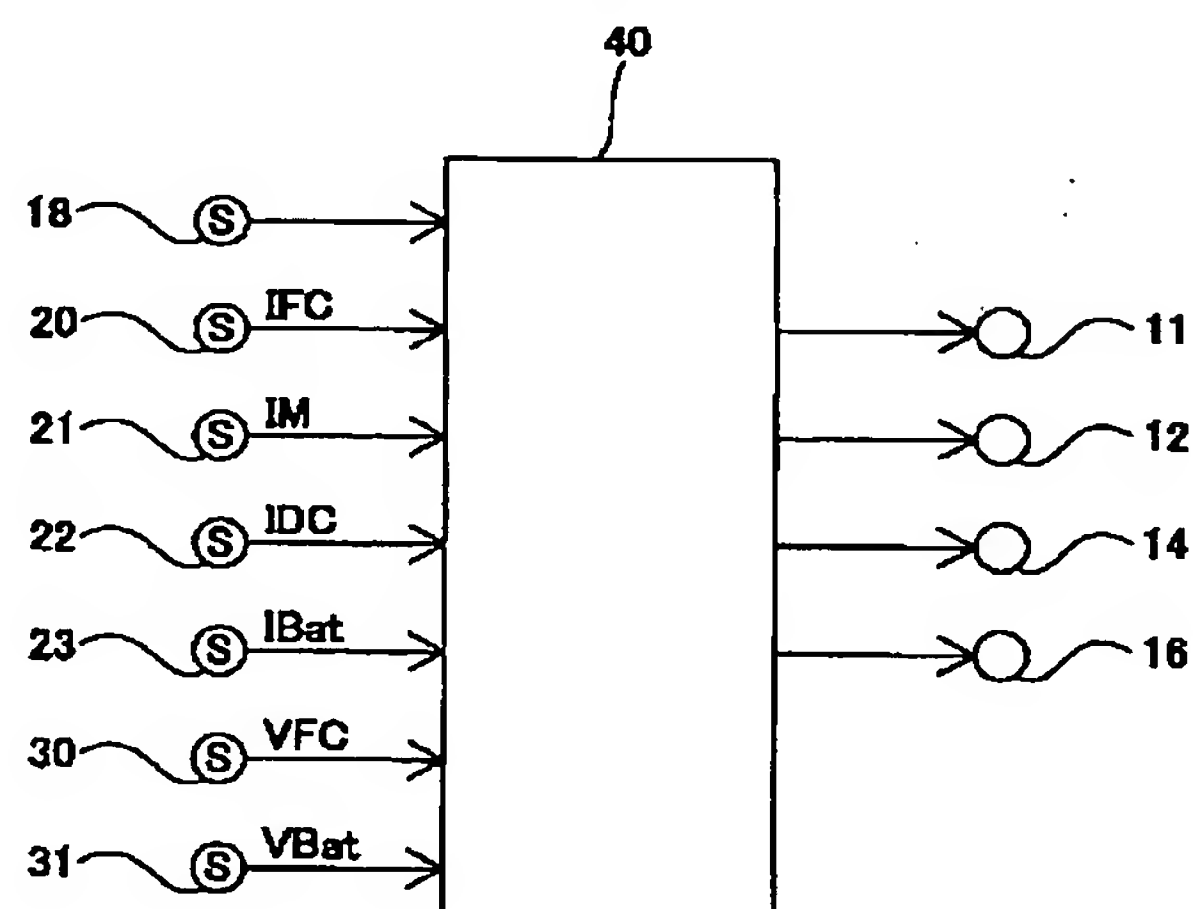
【図1】



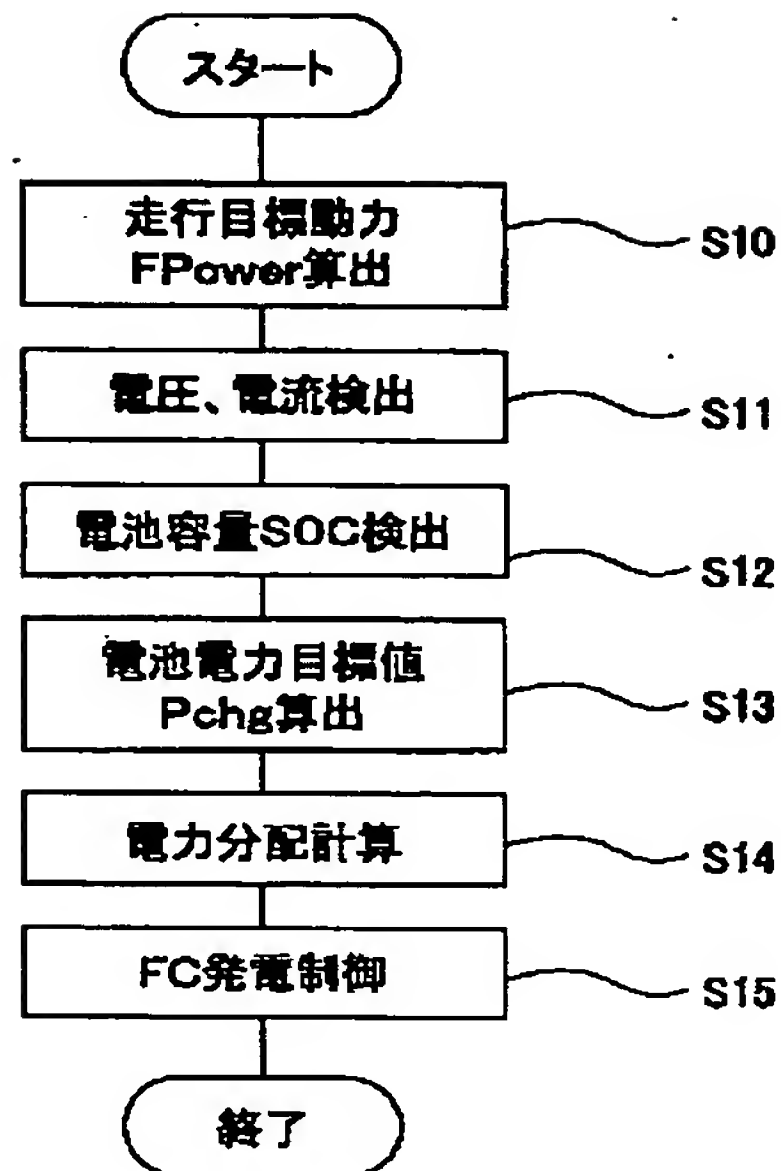
【図2】



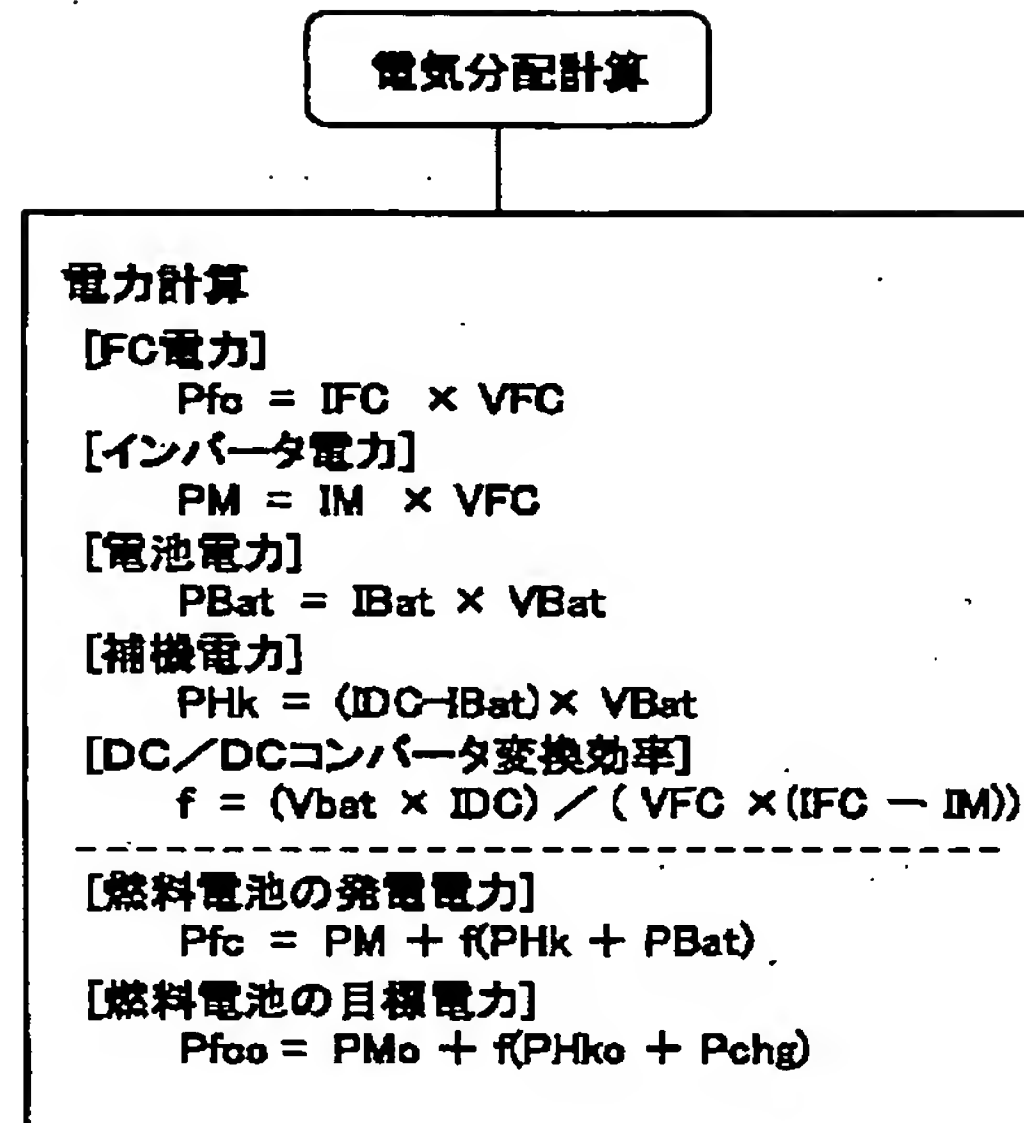
【図3】



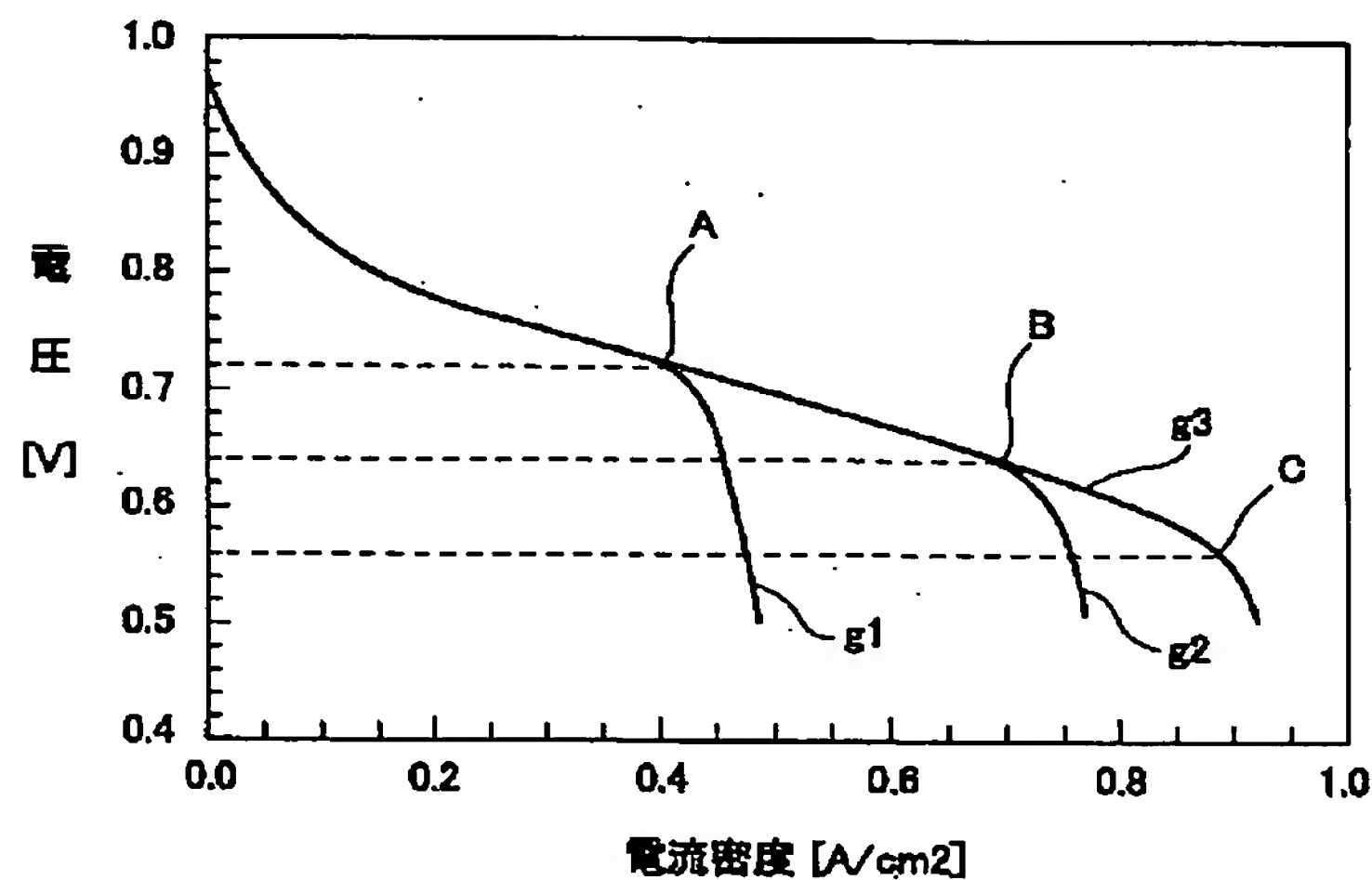
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H02J 7/34

// H01M 8/10

識別記号

FI

H02J 7/34

H01M 8/10

テマコード (参考)

J

(72)発明者 加藤 晴彦

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72)発明者 岡本 邦夫

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

Fターム(参考) 5G003 AA05 BA01 CA01 CA11 DA16  
GB03  
5H026 AA06 HH06  
5H027 AA06 BA01 BA13 BA14 DD00  
DD03 KK51 MM26  
5H115 PA08 PA15 PC06 PG04 PI14  
PI16 PI18 PI29 PI30 P006  
PU08 PV02 PV09 QN03 SE06  
SE10 TI02 TI05 TI06 T012  
T013 T021 TR19 TU17

